

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60003181
PUBLICATION DATE : 09-01-85

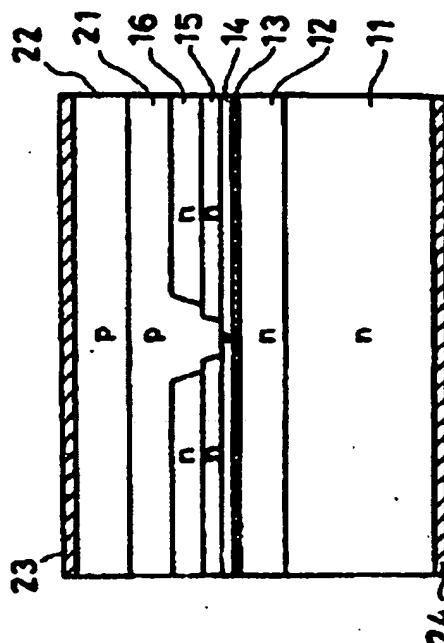
APPLICATION DATE : 21-06-83
APPLICATION NUMBER : 58111376

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : MOGI NAOTO;

INT.CL. : H01S 3/18

TITLE : SEMICONDUCTOR LASER DEVICE



ABSTRACT : **PURPOSE:** To reduce an adverse effect by the noise of returning beams, and to obtain a laser suitable for a light source for an optical disk by making the distribution width of the effective refractive index of a current stopping layer constituting a semiconductor laser device wider than that of gains.

CONSTITUTION: An n type $\text{Ga}_{0.55}\text{Al}_{0.45}\text{As}$ clad layer 12, an un-doped $\text{Ga}_{0.85}\text{Al}_{0.15}\text{As}$ active layer 13 and a p type $\text{Ga}_{0.55}\text{Al}_{0.45}\text{As}$ clad layer 14 are laminated on an n type GaAs substrate 11 and grown in a liquid phase in an epitaxial manner, and an n type $\text{Ga}_{0.55}\text{Al}_{0.45}\text{As}$ current stopping layer 15 and an n type GaAs light absorption layer 16 from which striped sections are removed are laminated and formed on the layer 14. In the constitution, the band gap of the current stopping layer 15 positioned on the clad layer 14 is made larger than that of the active layer 13, and the refractive index of the light absorption layer 16 on the layer 15 is made larger than that of the current stopping layer 15. The refractive index of a p type $\text{Ga}_{0.55}\text{Al}_{0.45}\text{As}$ coating layer 21 formed on the light absorption layer 16 is made smaller than that of the active layer 13.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開
昭60-3181

⑯ Int. Cl.⁴
H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号
7377-5F

⑰ 公開 昭和60年(1985)1月9日

発明の数 1
審査請求 有

(全 5 頁)

⑱ 半導体レーザ装置

⑲ 特 願 昭58-111376

⑳ 出 願 昭58(1983)6月21日

㉑ 発 明 者 島田直弘

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

㉒ 発 明 者 茂木直人

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

㉓ 出 願 人 株式会社東芝

川崎市幸区堀川町72番地

㉔ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 化合物半導体材料からなりダブル・ヘテロ接合構造を有する半導体レーザ装置において、活性層の蒸板と反対側面上に成長形成された該活性層より屈折率の小さいクラッド層と、このクラッド層上に成長形成され、かつストライプ状の膜部が形成された上記クラッド層とは逆導電型で前記活性層よりバンドギャップの広い電流阻止層と、上記膜部を含み電流阻止層上に成長形成され、かつ上記膜部上に該内層より幅の広いストライプ状の膜部が形成された前記クラッド層及び電流阻止層より屈折率の大きい光吸収層と、前記各層部を含み光吸収層上に成長形成された前記クラッド層と同導電型で前記活性層より屈折率の小さい保護層とを具備してなることを特徴とする半導体レーザ装置。

(2) 前記光吸収層は、前記電流阻止層と同導

電型であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、利得増強回路構造及び屈折率増強回路構造の双方を備えた半導体レーザ装置に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

近年、U・A・A・A 系等のⅢ-V族化合物半導体材料を用いた半導体レーザは、D・A・D (ディジタル・オーディオ・ディスク) を始めとして光ディスク・フイル等の情報処理機器への応用が進められている。光ディスク用の半導体レーザにおいては、レーザ光のビームを小さく絞り込む必要があり、光学系を簡単にすると云う点から基本共振モード共振で非点収差が小さいことが要求される。また、光ディスクに応用する点から次のような問題点のあることが明らかになっている。すなわち、光ディスク・フイル等においては、ディスクに当たった光の反射光の強度を検出して情報を読み出すと云う機構上、

反射光の一部が半導体レーザに戻っていくのは避けられない。このため、上記半導体レーザは該レーザの両端面が作る共振腔の他に、レーザ端面とディスク面とで形成される共振器も存在することになり、2重共振器を持つレーザとなる。そして、ディスク面が回転中に振動すると、後者の共振器長が変化するることになり、スペクトルや光出力等に変動が生じ、所謂戻り光ノイズが発生する。

ここで、戻り光ノイズを抑制すると云う観点から半導体レーザの導波路構造を見直してみる。半導体レーザの導波路構造は、一般に利得導波路構造と屈折率導波路構造との2つに大別される。これらの構造において、非点収差を小さくすることと戻り光ノイズを少なくすることとはトレード・オフの関係にある。すなわち、屈折率導波路構造においては、非点収差は $5(\mu m)$ 以下と小さく単モードが安定しているために縦モードも単モードで発振するが、スペクトル線幅が狭いために戻り光ノイズによる出力変動

は $10(\%)$ 以上と大きい。一方、利得導波路構造においては、縦モードが多モード化しスペクトル線幅が広いために戻り光ノイズによる出力変動は $1(\%)$ 以下となるが、非点収差は $20(\mu m)$ 以上と大きくなる。したがって、非点収差と戻り光ノイズの特性を同時に満足させるためには、屈折率導波路構造と利得導波路構造との双方の性質を兼ね備えたものでなければならぬ。

ところで、利得分布に関係する電流狭窄構造と作り付け屈折率導波路構造とが自動的に形成されるような構造のレーザを自己整合型レーザと云うが、特に電流狭窄構造が結晶表面に出ていないものは内部ストライプ自己整合型レーザと云う。この型のレーザは、製造プロセスが容易で高歩留り及び高生産性が期待されると同時に、活性層を結晶内部に持つことができるため、電極表面からの欠陥の影響を受けにくいこと、マウントに起因する劣化の影響を少なくできること、全面電極として接触抵抗を減少

させることによつて亜鉛拡散等のプロセスを省けること、さらに表面を平坦にできるためマウントに有利である等の利点を有する。

従来の内部ストライプ自己整合型レーザとしては、電流阻止層にV溝を設けたV8I8 (V-channelled Substrate Inner Stripe) レーザが知られており、このレーザはモード制御されており戻り光特性も良いことが判っている。しかし、V8I8レーザには、LPB法に比して大面積で均一性の良い結晶成長が可能なMOV法では製造できないと云う問題がある。この問題は、光ディスク用レーザとして大生産時代を迎えた半導体レーザ製造において致命的な欠点となる。

そこで最近、MOV法で製造できる同様の内部ストライプ自己整合型レーザとして、図1に示す如く活性層上部に内部ストライプ構造を有する半導体レーザが提案された。なお、図中1はN-UAA基板、2はN-UAAクラッド層、3はUAA活性層、4は

P-UAAクラッド層、5はN-UAA電流阻止層、6はストライプ状の洞部、7はP-UAAクラッド層、8はP-UAAコンタクト層、9、10は金電極を示している。この構造では、ストライプ状の洞部6が形成された電流阻止層5によつて、活性層3への電流流入がストライプ状に限定されると共に、活性層3に導波された光がクラッド層4及び電流阻止層5にまでしみ出し、その結果ストライプ洞下部分に導波されたモードが形成されることになる。このため、利得導波路構造及び屈折率導波路構造が同時に実現される。

しかしながら、この型のレーザにあつては次のような問題があつた。すなわち、電流阻止層5のストライプ状洞部6の幅で利得分布及び屈折率分布の幅が一時的に決まってしまう、各分布の幅は等しいものとなる。この場合、屈折率幅が十分大きくついでしまい、利得導波路の特性はでてこない。したがって、光ディスク用レーザとしては、モード制御効果は十分であるが、

戻り光特性に関しては十分満足できる結果を得ることはできなかった。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、基本横モード発振で非点収束が小さいと云う特長を失うことなく、戻り光ノイズによる悪影響を十分小さくすることができ、光ディスク用光器として極めて有用な半導体レーザ装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明の骨子は、前記第1図に示す構造における電流阻止層に改良を加え、実効屈折率分布の幅を利用分布の幅よりも広くすることにある。

すなわち本発明は、化合物半導体材料からなりダブル・ヘテロ接合構造を有する半導体レーザ装置において、活性層に対し基板と反対側に位置するクラッド層上に該クラッド層とは逆導電型で上記活性層よりバンドギャップの広い電流阻止層を設け、かつこの電流阻止層に上記クラッド層まで至るストライプ状の溝部を設け、この上に上記クラッド層及び電流阻止層より屈

折率の大きい光吸収層を設け、かつこの光吸収層の上記溝部上に該溝部より幅の広いストライプ状の溝部を設け、さらにこの上に上記クラッド層と同導電型で上記活性層より屈折率の小さい被覆層を設けるようにしたものである。

〔発明の効果〕

本発明によれば、光吸収層による光吸収によつて、ストライプ部とそれ以外の部分との実効的な屈折率差がつき、屈折率導波路構造によるモード制御が行われる。また、電流阻止層による電流絞窄によつて、活性層への電流注入がストライプ状に限定される。そしてこの場合、電流阻止層による電流ストライプ幅より光吸収層による光吸収ストライプ幅の方が広いので、利得分布の幅が実効屈折率分布の幅よりも狭くなる。したがって、利得導波路構造及び屈折率分布導波路構造の特長が同時に達成されることになり、非点収束が小さいと云う特長を失うことなく戻り光ノイズによる悪影響を十分小さくすることができる。

本発明者等の実験によれば、本発明構造のレーザは、非点収束10(μm)以下で基本横モード発振と云う屈折率導波路構造的特性を示す一方、縦モードは多モード発振となり戻り光ノイズによる出力変動率は1(%)以下で利得導波路構造的特性をも示した。このように横モード発振と戻り光特性とに優れると云う効果は、光ディスク用レーザ等への応用を考えた場合極めて大きいものとなる。

〔発明の実施例〕

第2図(a)~(d)は本発明の一実施例に係わる半導体レーザ装置の製造工程を示す断面図である。まず、第2図(a)に示す如くN- GaAs 基板11(81 μm 厚、 $n=1\sim 2\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$)上にN- $\text{Ga}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{As}$ クラッド層12($n=1\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ 、厚み1.5 μm)、アンダーブレイク層13($\text{Ga}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{As}$ 活性層14(厚み0.08 μm)、P- $\text{Ga}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{As}$ クラッド層15($p=10^{18}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 、厚み0.2 μm)、N- $\text{Ga}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{As}$ 電流阻止層16($n=$

$10^{18}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 、厚み0.3 μm)及びN- GaAs 光吸収層16($n=10^{18}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 、厚み0.5 μm)を順次成長形成した。この第1回目の結晶成長にはMOV-CVD法を用い、成長条件は温度750($^{\circ}\text{C}$)、 $V/\text{R}=20$ 、キャリアガス(H_2)の流量 ~ 10 (sl/min)、原料はトリメチルガリウム($\text{TMG}:(\text{CH}_3)_3\text{Ga}$)、トリメチルアルミニウム($\text{TMA}:(\text{CH}_3)_3\text{Al}$)、アルセン(AsH_3)、pドーパント：ジエチル亜鉛($\text{DEZ}:(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Zn}$)、nドーパント：セレン化水素(H_2Se)で、成長速度は0.25($\mu\text{m/min}$)であった。なお、第1回目の結晶成長では必ずしもMOV-CVD法を用いる必要はないが、大面積で均一性の良い結晶成長が可能なMOV-CVD法を用いることは、製造化を考えた場合しP/B法に比べて有利である。

次に、第2図(b)に示す如く光吸収層16上にフォトリソストリフを塗布し、該レソストリフを幅3(μm)、ピッチ300(μm)のスト

ライブ状に焼きレジストマスクを形成した。続いて、リン酸系エッチャント（温度20℃）を用い、上記レジスト17をマスクとして光吸収層16及び電流阻止層15を、クラフト層14に露するまで約40秒エッチングした。次いで、 $P-A$ エッチャントを用い光吸収層16のみを第2図(ハ)に示す如く、幅0.5(μm)ずつ約10秒間サイドエッチングした。このとき、最終的なストライプ幅は電流阻止層15の部分で $W_1=2(\mu m)$ 、光吸収層16の部分で $W_2=4(\mu m)$ とした。

次に、レジスト17を除去し、有機酸液及び表面の酸化物を除くためのHCl処理を行った。同時に試料を炉内に入れ第2回目の結晶成長をMOCVD法で行った。すなわち、第2図(ハ)に示す如く全面に $P-U_{0.15}A_{0.85}$ 被覆膜21($D=10^{18}cm^{-3}$ 、厚み1.2 μm)、 $P-U_{0.15}A_{0.85}$ コンタクト層22($P=10^{18}cm^{-3}$ 、厚み2 μm)を順次成長形成した。このとき、露出しているクラフト層14及び電流阻止層

18は共に A の濃度が0.45であるから、LPB法では成長できず、MOCVD法或いはMBE法（分子線エビタレヤル法）が必要とされる。次いで、 P 側電極として $G-r-A$ 層23、 N 側電極として $A-r-G$ 層24を被覆した。この試料をへき面によつて、共振器長250(μm)、幅300(μm)のチップにして半導体レーザを完成した。

かくして作成されたレーザの特性を測定したところ、次のような結果が得られた。すなわち、発振しきい値は70(mA)以下、非点収率は10(μm)以下で基本波モード発出し、5(mW)まで低雑モード発振で、戻り光ノイズによる出力変動率は1($\%$)以下であつた。この特性は、光ディスク用レーザとして十分満足できる範囲である。

このように本実施例によれば、基本波モード発振で非点収率を十分小さくすることができ、かつ戻り光ノイズによる出力変動率も十分小さくすることができる。このため、光ディスク用

光源として用いるのに極めて有効である。また、MOCVD法で形成できるので、大量生産にも極めて有効である。さらに、光吸収層16を電流阻止層15と同じ導電型（ N 型）としているので、電流競争がより顕著になる等の利点がある。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、前記各層の成長方法はMOCVD法に限らず、MBE法であつてもよい。また、各層の組成比は何ら実施例に限定されるものではなく、仕組に応じて適宜変更可能である。例えば、前記クラフト層の A の組成を0.35として、光ガイド層としての効果を持たせた高出力レーザとすることも可能である。さらに、 $G-A$ 系材料の代りに、 $G-InP$ や $G-AlAs-P$ 系の化合物半導体材料を用いることも可能である。また、前記光吸収層の導電型は N 型に限るものではなく P 型であつても何ら差し支えない。さらに、基板として N 型の代りに P 型基板を用い、各層の導電

型を逆にすることも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の内部ストライプ自己結合型レーザの概略構造を示す断面図、第2図(ハ)～(ド)は本発明の一実施例に係わる半導体レーザの製造工程を示す断面図である。

- 11... $N-U_{0.15}A_{0.85}$ 基板、
- 12... $N-U_{0.15}A_{0.85}$ A クラフト層、
- 13...アンダーブ $U_{0.15}A_{0.85}$ A 活性膜、
- 14... $P-G_{0.15}A_{0.85}$ A クラフト層、
- 15... $N-U_{0.15}A_{0.85}$ A 電流阻止層、
- 16... $N-U_{0.15}A_{0.85}$ 光吸収層、
- 21... $P-G_{0.15}A_{0.85}$ A 被覆膜、
- 22... $P-G_{0.15}A_{0.85}$ コンタクト層、

出願人代理人 弁理士 鈴 江 成 彦

